

## MANUFACTURE OF SILICON CARBIDE SEMICONDUCTOR DEVICE

Publication number: JP2001077030

Publication date: 2001-03-23

Inventor: MASAHARA SHINOBU; ONO TOSHIYUKI; KUSHIBE MITSUHIRO; ISHIDA YUKI; TAKAHASHI TETSUO; SUZUKI TAKAYA

Applicant: SANYO ELECTRIC CO; AGENCY IND SCIENCE TECHN; HITACHI LTD; TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: H01L21/302; H01L21/205; H01L21/3065; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/205

- European:

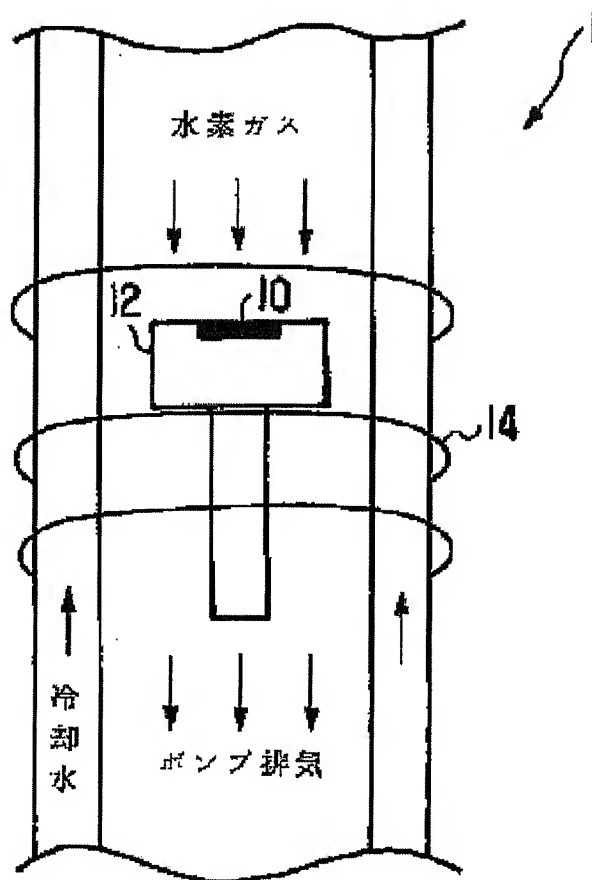
Application number: JP19990246629 19990831

Priority number(s): JP19990246629 19990831

Report a data error here

### Abstract of JP2001077030

PROBLEM TO BE SOLVED: To flatten the surface of an SiC substrate by hydrogen etching. SOLUTION: After an SiC substrate 10 is set up in a reaction furnace 1, a hydrogen gas is introduced to the furnace 1. While the hydrogen gas is introduced, the substrate 10 is heated. When the etching of the substrate 10 is performed Since the etching of the surface of the substrate 10 is performed while the atmospheric pressure in the furnace 1 is maintained at  $\leq 760$  Torr (one atmospheric pressure), the etching rate can be improved and, at the same time, a flat surface can be obtained by removing polishing marks from the surface.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-77030  
(P2001-77030A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	サーチコード* (参考)
H 0 1 L	21/205	H 0 1 L	5 F 0 0 4
	21/3065	21/302	F 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-246629

(22) 出願日 平成11年8月31日 (1999.8.31)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(74) 上記1名の代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(74) 上記1名の復代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外3名)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

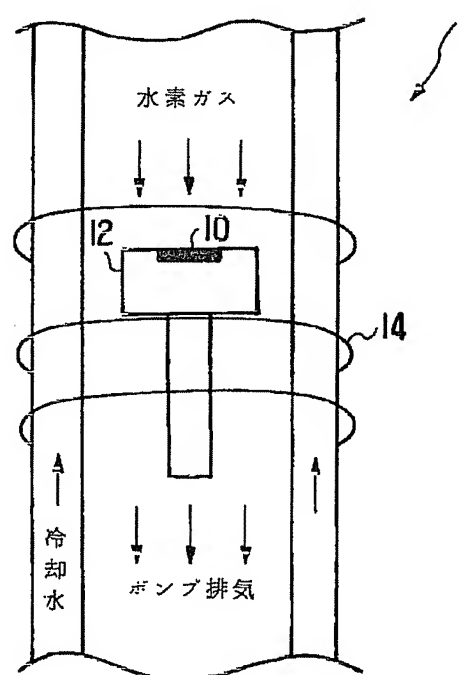
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 炭化珪素半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 SiC基板の水素エッチングにより、基板表面を平坦化させる。

【解決手段】 SiC基板10を反応炉1に配置し、水素ガスを導入する。SiC基板10を加熱して水素ガスを導入する。雰囲気圧力を760Torr (1気圧) より小さい減圧下で行うことで、エッチングレートを向上させるとともに基板の研磨傷を除去し、平坦面を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素雰囲気中に曝すことにより炭化珪素基板表面をエッチングする工程を含む炭化珪素半導体装置の製造方法であって、前記エッチングする工程を1気圧より小さい減圧雰囲気で行うことを特徴とする炭化珪素半導体装置の製造方法。

【請求項2】 請求項1記載の方法において、前記減圧雰囲気の圧力は、2 Torrより大きく100 Torr以下であることを特徴とする炭化珪素半導体装置の製造方法。

【請求項3】 請求項1記載の方法において、前記水素雰囲気は、水素ガスを含む混合ガスからなることを特徴とする炭化珪素半導体装置の製造方法。

【請求項4】 請求項3記載の方法において、前記混合ガスは前記水素ガスとアルゴンガスからなることを特徴とする炭化珪素半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は炭化珪素 (SiC) 基板を用いた半導体装置の製造方法、特に基板上への膜成長の前処理に関する。

【0002】

【従来の技術】 SiC結晶にはいくつかの種類があるが、シリコン (Si) と比較するとバンドギャップが2〜3倍、絶縁破壊電圧が約10倍、熱伝導率が約3倍、電子の飽和ドリフト速度が2〜3倍という優れた特性を有するため、パワー半導体デバイス材料として注目され、単結晶SiC基板の製造、販売も行われている。

【0003】 しかしながら、ウェーハスライスや研磨技術が未だ十分ではないため、SiC基板には研磨によるダメージ層やスクラッチと呼ばれる傷が全面に発生する。最終的なデバイス性能の多くはSiC基板上に成長させたエピタキシャル膜の膜質に左右され、エピタキシャル膜は下地層の影響を受けるから、高品質のエピタキシャル膜を得るためには、エピタキシャル膜の成膜前にSiC基板表面のダメージ層やスクラッチを除去して平坦かつ清浄な表面を得ることが必要となる。

【0004】 そこで、従来より、エピタキシャル成長の前処理として、SiC基板の常圧水素雰囲気によるエッチング処理や常圧水素塩化水素混合雰囲気によるエッチング処理などが検討されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、常圧水素雰囲気ではSiC基板表面をエッチングすると、表面に特有のピット (凹部) が発生し、必ずしも平坦な表面が得られないことが報告されている (C.Hallin他: J.Cryst.Growth, Vol.181(1997)p241)。また、水素と塩化水素の常圧混合雰囲気を用いたエッチングでは平坦な表面が得られる (S.Karlson他: Material Science Forum Vol.264-

268(1998)p.363) もの、塩化水素用に排ガス処理部を手当する必要がある煩雑な処理となる問題がある。

【0006】 本発明は、上記従来技術の有する課題に鑑みなされたものであり、その目的は、比較的簡易に平坦かつ清浄なSiC基板表面を得ることができ、もってエピタキシャル膜の膜質を向上させることができる方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明は、水素雰囲気中に曝すことにより炭化珪素基板表面をエッチングする工程を含む炭化珪素半導体装置の製造方法であって、前記エッチングする工程を1気圧より小さい減圧雰囲気で行うことを特徴とする。

【0008】 前記減圧雰囲気の圧力は、2 Torrより大きく100 Torr以下 (2 Torr < 雰囲気圧力 ≤ 100 Torr) であることが好適である。

【0009】 ここで、水素雰囲気とは、水素ガスを主成分とする雰囲気の意であり、水素ガス単体の他、水素ガスを含む混合ガスとすることができ、混合ガスとして水素ガスとアルゴンガスを用いることが好適である。

【0010】

【発明の実施の形態】 以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。

【0011】 図1には、本実施形態における反応炉1の概念構成が示されている。SiC基板10としては、n型4H-SiCウェーハ (0001) Si面研磨、<11-20>方向へ8度オフ) を5mm角に切断したものをを用いており、切断後に有機洗浄、5%フッ酸処理を経て反応炉1に導入する。反応炉1は縦型コールドウォールタイプで、高純度グラファイト (コートなし) サセプタ12を備え、SiC基板10をサセプタ12上に設置する。反応管の周囲に巻回されたRFコイル14に交流電流を誘電し、誘導加熱によりSiC基板10を1600℃から1850℃に加熱する。反応管周囲は冷却水で冷却する。なお、基板上部にもRF加熱部を設け、基板下部のみならず基板上部からもSiC基板10を加熱することもできる。基板温度はSiの融点で校正したパイロメータで測定する。

【0012】 このような反応炉1にパラジウム膜拡散型純化器を用いて純化した水素ガスを反応管の一方から8 L/minの流量で供給し、他方からポンプで排気して反応管内の雰囲気圧力を制御しつつ、SiC基板10の表面を水素エッチングする。エッチング時間は30分である。

【0013】 図2〜図9には、反応管の雰囲気圧力を種々変化させてエッチングした後のSiC基板10表面のノマルスキー微分干渉顕微鏡画像及びその模式的な説明図が示されている。図2及び図3はエッチング前の状態、図4及び図5は2 Torrでエッチングした場合、図6及び図7は20 Torrでエッチングした場合、図

8及び図9は760 Torr、すなわち常圧でエッチングした場合である。

【0014】エッチング前では研磨によるダメージ層の他、図2の顕微鏡画像及び図3の説明図に示されるようにスクラッチ(細長い溝)100がSiC基板10の表面に存在している。

【0015】また、上記従来技術のように760 Torr、すなわち常圧でエッチングした場合、図8の顕微鏡画像及び図9の説明図に示されるように表面に特有の凹部200が発生しており、スクラッチはある程度消失しているものの平坦な表面は得られていない。

【0016】そして、図6の顕微鏡画像及び図7の説明図に示されるように、20 Torrでエッチングした場合には、研磨のダメージ層やスクラッチ、あるいは常圧時における凹部は見られず、平坦な鏡面が得られている。なお、図示していないが100 Torrでエッチングした場合も20 Torrと同様の結果が得られている。

【0017】なお、図4の顕微鏡画像及び図5の説明図に示されるように、2 Torrでエッチングした場合、ダメージ層やスクラッチ、あるいは凹部の発生は見られず、これらを除去することが可能であるが、代わりに微小な凸部300の発生が見られる。凸部300の発生メカニズムについては必ずしも明らかではないが、凹部ではなく凸部であるため、常圧におけるエッチングとは別のメカニズムが作用していると推測される。

【0018】以上より、760 Torr (1気圧) から順次100 Torr、20 Torr、2 Torrと減圧して水素エッチングすることで、研磨によるダメージ層やスクラッチ、あるいは凹部を除去して平坦化し、基板上に成膜されるエピタキシャル膜の膜質を向上させることができる。なお、減圧の度合いが小さいと、760 Torrにおける特有の凹部を除去する効果が小さいと考えられ、一方減圧の度合いが大きすぎると、具体的には2 Torrあるいはそれ以下でエッチングを行うと、凹部ではなく凸部が形成され、表面の平坦性を損なうおそれがあるため、雰囲気圧力としては好ましくは2 Torrより大きく100 Torr以下 ( $2\text{ Torr} < \text{雰囲気圧力} \leq 100\text{ Torr}$ ) でエッチングするのがよい。

【0019】図10には、雰囲気圧力をパラメータとした、エッチングレートの基板温度依存性が示されている。図において、横軸は基板温度、縦軸は対数エッチングレート ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{sec}$ ) であり、2 Torr、20 Torr、100 Torr、760 Torrの各エッチングレートが示されている。この図より、エッチングレートは基板温度の逆数に比例し、温度が高いほどエッチングレートが増大することが分かる。その傾きから活性化エネルギーを求めると約  $94 \pm 6\text{ kcal/mol}$  となり、活性化エネルギーの値は雰囲気圧力に依存していない。一方、エッチングレートは雰囲気圧力に依

存し、雰囲気圧力が低いほどエッチングレートは増大することが分かる。

【0020】したがって、減圧雰囲気下で水素エッチングを行うと、研磨によるダメージ層やスクラッチ、凹部を除去して平坦な表面を得ることができるのみならず、エッチングレートも向上させて製造工程の効率化を図ることも可能となる。表面の平坦性及びエッチングレートを考慮すると、雰囲気圧力は20 Torr近傍が特に好適となる。

【0021】なお、本実施形態においては、水素ガスを用いてエッチングを行っているが、水素ガスとその他のガスの混合ガスを用い、混合ガスの全圧を1気圧より小さくして減圧エッチングを行うこともできる。混合ガスの比率は任意に設定できるが水素ガスの分圧を一定値以上に維持することが好適である。また、水素ガスと混合するガスは、SiCと反応してSiCの特性(絶縁破壊電界や熱伝導率など)を変化させることのないガスであることが好適であり、例えばアルゴンを用いることができる。アルゴンを用いた場合、塩化水素のように排ガス処理部を設置する必要もなくエッチング後の処理も容易化される利点がある。

【0022】また、本実施形態では4H-SiCを用いているが、SiCのその他のポリタイプ、例えば3Cや6Hなどにも適用することが可能である。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、SiC基板の表面モフォロジーを改善することでSiC基板上に成膜される膜質を向上させ、半導体装置の特性を向上させることができる。また、本発明によれば、従来以上のエッチングレートで表面モフォロジーを改善することができるので、半導体装置の製造工程を効率化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態の概念構成図である。

【図2】 エッチング前の顕微鏡画像図である。

【図3】 図2の模式的説明図である。

【図4】 雰囲気圧力20 Torrでエッチングした場合の顕微鏡画像図である。

【図5】 図4の模式的説明図である。

【図6】 雰囲気圧力20 Torrでエッチングした場合の顕微鏡画像図である。

【図7】 図6の模式的説明図である。

【図8】 雰囲気圧力760 Torrでエッチングした場合の顕微鏡画像図である。

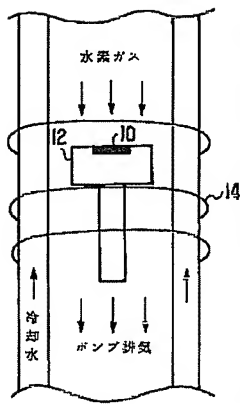
【図9】 図8の模式的説明図である。

【図10】 エッチングレートと雰囲気圧力及び基板温度との関係を示すグラフ図である。

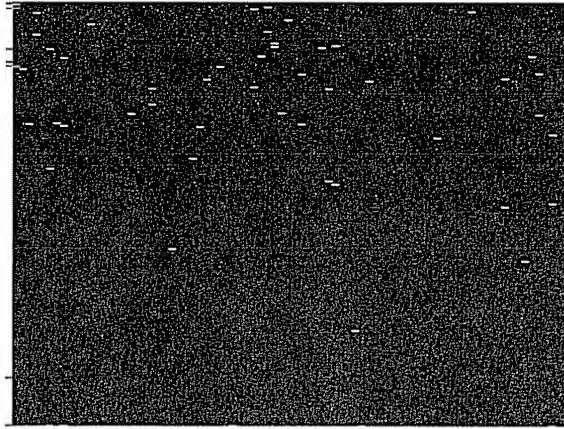
【符号の説明】

1 反応炉、10 SiC基板、12 サセプタ、14 コイル。

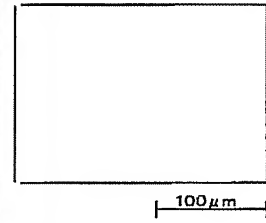
【図1】



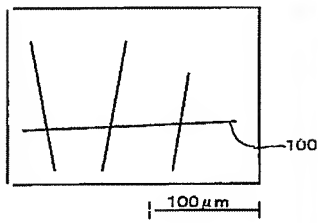
【図2】



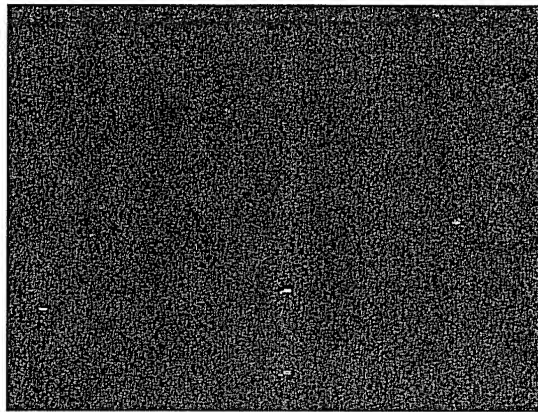
【図7】



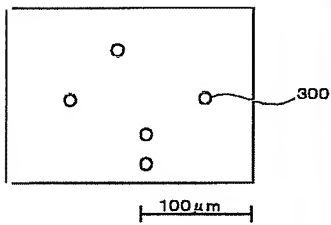
【図3】



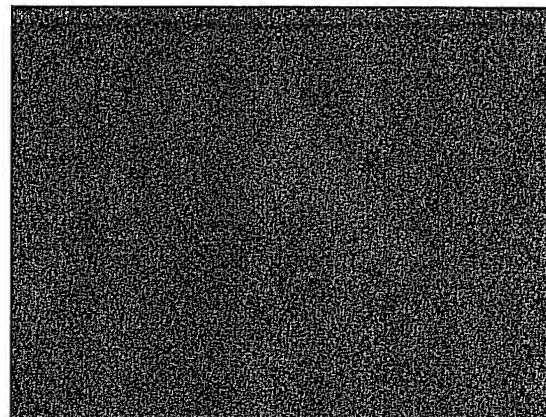
【図4】



【図5】



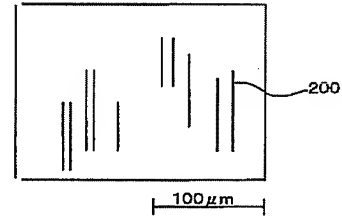
【図6】



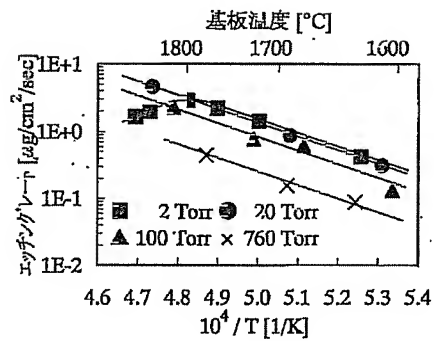
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(74) 上記 1 名の代理人 100075258  
弁理士 吉田 研二 (外 2 名)  
(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
(74) 上記 1 名の代理人 100075258  
弁理士 吉田 研二 (外 2 名)  
(72) 発明者 昌原 鎬  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内  
(72) 発明者 大野 俊之  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 櫛部 光弘  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内  
(72) 発明者 石田 夕起  
茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技  
術院電子技術総合研究所内  
(72) 発明者 高橋 徹夫  
茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技  
術院電子技術総合研究所内  
(72) 発明者 鈴木 誉也  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内  
F ターム(参考) 5F004 AA01 AA11 BA20 BB26 CA04  
DA24 DB00 EB08  
5F045 AB06 AC16 AD18 AE21 AE23  
AE25 AF02 AF12 BB08 BB16  
DP03 EK03 HA03 HA06